

ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS E FRUTOS DE *Schinus terebinthifolius* RADDI NO CONTROLE DE *Pratylenchus zeae*

Raiane Pereira Schwengber¹
Jaqueline Calzavara Bordin²
Wanessa de Campos Bortolucci³
Maria Claudia Guimaraes Carpi⁴
Victor Cesar Sartori André⁵
Luzia Doretto Paccola-Meirelles⁶
Simone de Melo Santana Gomes⁷

SCHWENGBER, R. P.; BORDIN, J. C.; BORTOLUCCI, W. de C.; CARPI, M. C. G.; ANDRÉ, V. C. S.; PACCOLA-MEIRELLES, L. D.; GOMES, S. de M. S. Óleo essencial das folhas e frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi no controle de *Pratylenchus zeae*. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v. 20, n. 3, p. 153-159, jul./set. 2017.

RESUMO: Os óleos essenciais (OEs) são metabólitos secundários que podem apresentar potencial no controle alternativo de nematoides. Assim objetivou-se testar o OE de pimenta rosa no controle de *P. zeae* em condições *in vitro* e na cultura do milho. O OE foi extraído por hidrodestilação, utilizando massa fresca das folhas e frutos maduros. O experimento *in vitro* foi instalado em arranjo fatorial 8x2, sendo oito concentrações (0,00, 7,80, 15,00, 31,00, 62,00, 125,00, 250,00 e 500,00 µg mL⁻¹) e OE das folhas e dos frutos. As unidades experimentais foram tubos de ensaio com capacidade para 5mL, contendo 1 mL de cada concentração, e 1mL de suspensão de 50 nematoides. Decorrido 48 horas avaliou-se a porcentagem de mortalidade. O experimento em casa de vegetação foi instalado em arranjo fatorial 5x2, sendo cinco concentrações (0,00, 7,8, 15,0, 31,0 e 62,0 µg mL⁻¹) e OEs (Folhas e frutos). As unidades experimentais constituíram-se por vasos com capacidade para 1,5 kg, os quais foram inoculados com 2000 e 1800 nematoides e semeados com sementes de milho tratadas com as concentrações dos OEs. Os OEs e as concentrações avaliadas apresentaram porcentagem de mortalidade em condições *in vitro* e reduziram a população de *P. zeae*, em casa de vegetação, o OE dos frutos promoveu maior mortalidade nos testes *in vitro*. Sendo assim os OEs demonstraram potencial no controle de fitonematoide, porém, há a necessidade de estudos a aplicabilidade dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: Controle alternativo. Nematoides das lesões radiculares. Pimenta rosa.

ESSENTIAL OIL FROM THE LEAVES AND FRUITS OF *Schinus terebinthifolius* RADDI IN THE CONTROL OF *Pratylenchus zeae*

ABSTRACT: Essential oils (EOs) are secondary metabolites that may present potential for an alternative control of nematodes. The purpose of this study was to test the EO of pink peppercorn in the control of *P. zeae* under *in-vitro* conditions and in the maize crop. Essential Oil was extracted by hydro-distillation using fresh leaf mass and mature fruits. The *in-vitro* experiment was installed in an 8x2 factorial arrangement, with eight concentrations (0.00, 7.8, 15.0, 31.0, 62.0, 125.0, 250.0 and 500.0 µg mL⁻¹) and EO from leaves and fruits. The experimental units were 5-mL test tubes containing 1 mL of each concentration and 1 mL of suspension of 50 nematodes. The mortality percentage was evaluated after 48 hours. The greenhouse experiment was installed in a 5x2 factorial arrangement, with five concentrations (0.00, 7.8, 15.0, 31.0 and 62.0 µg mL⁻¹) and EOs (leaves and fruits). The experimental units consisted of 1.5-kg capacity vases, which were inoculated with 2000 and 1800 nematodes, and seeded with corn seeds treated with EO concentrations. The EOs and concentrations evaluated presented a mortality percentage under the *in-vitro* conditions and reduced the *P. zeae* population in the greenhouse, while the EO from the fruits promoted higher mortality in the *in-vitro* tests. Therefore, EOs have shown potential in the control of phytonematodes, but further studies are required for their applicability.

KEYWORDS: Alternative control. Pink pepper. Root lesion nematodes.

ACEITE ESENCIAL DE LAS HOJAS Y FRUTOS DE *Schinus terebinthifolius* RADDI EN EL CONTROL DE *Pratylenchus zeae*

RESUMEN: Los aceites esenciales (OEs) son metabolitos secundarios que pueden presentar potencial en el control alternativo de nematodos. Así se objetivó probar el OE de pimienta rosa en el control de *P. zeae* en condiciones *in vitro* y en el cultivo

DOI: 10.25110/arqvet.v20i3.2017.6692

¹Graduanda em Engenharia Agrônômica, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: raiane_schwengber@hotmail.com

²Graduanda em Engenharia Agrônômica, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: jaqueline.bordin@hotmail.com

³Doutoranda em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: wanessaborto84@hotmail.com

⁴Graduanda em Engenharia Agrônômica, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: maria.carpi@edu.unipar.br

⁵Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: victor.andre@edu.unipar.br

⁶Docente convidada do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: luziapaccola@hotmail.com

⁷Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: simonemelo@prof.unipar.br

del maíz. El OE fue extraído por hidrodestilación utilizando masa fresca de las hojas y frutos maduros. El experimento *in vitro* fue instalado en un arreglo factorial 8x2, siendo ocho concentraciones (0,00, 7,80, 15,00, 31,00, 62,00, 125,00, 250,00 y 500,00 $\mu\text{g mL}^{-1}$) y OE de las hojas y de los frutos. Las unidades experimentales fueron tubos de ensayo con capacidad para 5 mL, conteniendo 1 mL de cada concentración, y 1 mL de suspensión de 50 nematodos. Después de 48 horas se evaluó el porcentaje de mortalidad. El experimento en casa de vegetación fue instalado en arreglo factorial 5x2, siendo cinco concentraciones (0,00, 7,8, 15,0, 31,0 y 62,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$) y OEs (Hojas y frutos). Las unidades experimentales se constituyeron por floreras con capacidad para 1,5 kg, los cuales fueron inoculados con 2000 y 1800 nematodos y sembrados con semillas de maíz tratadas con las concentraciones de los OEs. Los OEs y las concentraciones evaluadas presentaron un porcentaje de mortalidad en condiciones *in vitro* y redujeron la población de *P. zae*, en casa de vegetación, el OE de los frutos promovió mayor mortalidad en las pruebas *in vitro*. Así los OE demostraron potencial en el control de fitonematodos, sin embargo, hay la necesidad de estudios a la aplicabilidad de los mismos.

PALABRAS CLAVE: Control alternativo. Nematodos de las lesiones radiculares. Pimienta rosa.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de cereal cultivada em diversas partes do mundo, seguida do trigo e sorgo. É muito utilizado na alimentação humana, na fabricação de vários subprodutos e principalmente na alimentação animal, o qual é oferecido em grãos, ou em rações formuladas e balanceadas (ALVES et al., 2015).

Segundo a Conab (2017), a produção de milho para a safra 2016/2017, foi estimada em 30,5 milhões de toneladas para a primeira safra, e 66,7 para a segunda, podendo variar até o final da colheita. No cenário mundial, o Brasil está posicionado em terceiro lugar, com cerca de 9,2% da produção, perdendo apenas para China e Estados Unidos, com 21 e 35%, respectivamente (SEAB, 2017).

Uma das causas de menores produções é a incidência de nematoides fitoparasitas, como os formadores de galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, e os nematoides das lesões radiculares, pertencentes a *Pratylenchus*. Notadamente, em culturas de milho nos Estados Unidos, estima-se que os nematoides do gênero *Pratylenchus* podem causar perdas de 12 a 38% (TARTÉ; MARTINEZ, 1971; BARKER, 1978). Todavia, no Brasil, as perdas por injúrias para diferentes culturas variam de 5 a 35% (CASTRO NETO; TOSCANO, 2013).

Pratylenchus é um gênero com várias espécies que parasitam a cultura do milho, dentre elas *P. zae* Graham, 1951 (Mc DONALD et al., 2017). São nematoides que penetram nas raízes dos hospedeiros, migram através dos tecidos radiculares e se alimentam das células corticais (FOSU-NYARKO et al., 2016). De acordo com Arim et al. (2002), na cultura do milho, a espécie pode causar perdas de até 50% de produtividade em áreas infestadas.

O controle dos nematoides pode ser feito pelo uso de plantas resistentes, rotação ou sucessão com culturas não hospedeiras ou antagonistas, limpeza de máquinas e implementos agrícolas e controle químico (ARAÚJO et al., 2002; RIOS, 2014). Não obstante, este é o mais empregado, o que acarreta um aumento na dependência dos defensivos agrícolas, aumentando, consequentemente, os danos como, por exemplo, prejuízos à saúde, a toxicidade, e os gastos gerados pela sua aquisição (ABADE, 2016).

Diante deste cenário surge a necessidade de se buscar controles alternativos, como o uso de óleo essencial (OE) de espécies vegetais. Algumas plantas apresentam diversas substâncias em sua composição química, muitas delas com potencial nematicida, as quais precisam ser estudadas para utilização direta do produtor rural, bem como, para servir de

matéria prima para formulação de novos produtos (GARCIA et al., 2012).

A utilização de OE no controle fitossanitário tem sido relatada em alguns trabalhos (MARTINS et al., 2009; SILVA et al., 2011; BRITO et al., 2012). Os mesmos são metabólitos secundários que têm demonstrado atividade antimicrobiana, inseticida e nematicida (BAKKALI et al., 2008; ANDRÉS et al., 2012). Porém, ainda são escassos os trabalhos nessa área para o controle de nematoides fitoparasitas.

A ação antifúngica de extrato etanólico de folhas de *Schinus terebinthifolius* já foi apresentada para várias espécies, como *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Candida krusei*, *Candida glabratae*, *Sporothrix schenckii* (JOHANN et al., 2007). George (2016), trabalhando com *Sitophilus* spp. (gorgulho) em grãos de trigo armazenado, observou efeitos significativos dos extratos aquoso e hidroalcoólico das folhas de *S. terebinthifolius* no controle do inseto.

Sendo assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do OE das folhas e frutos de pimenta rosa no controle de *P. zae*, em condições *in vitro* e em casa de vegetação, na cultura do milho.

Material e Métodos

Coleta do material vegetal, extração dos óleos essenciais e local de condução dos experimentos

O material vegetal foi coletado manualmente no período da manhã, entre sete e nove horas, no município de Juruanda - PR e foi encaminhado ao laboratório de Química de Produtos Naturais, UNIPAR, Campus Sede, onde realizou-se a extração do OE em aparelho de Clevenger. Para tanto, empregou-se a técnica de hidrodestilação, utilizando-se 250 g de folhas e frutos maduros frescos, os quais foram separadamente pesados e triturados com água. As suspensões de aproximadamente três litros cada, foram adicionadas nos respectivos balões volumétricos, acoplados ao Clevenger, por um período de duas horas (SANTOS et al., 2013). Na sequência, os óleos foram secos com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4), como preconiza a Farmacopeia Brasileira (2010), e acondicionados em frascos âmbar, mantidos sob refrigeração a 0 °C.

A pesquisa foi conduzida em condições *in vitro*, no laboratório de Fitopatologia da Universidade Paranaense - UNIPAR, Campus III, no município de Umuarama, PR e em casa de vegetação da mesma instituição, sendo realizadas em duplicata e em dois períodos diferentes, agosto/2015 (experimento 1) e junho/2016 (experimento 2).

Obtenção, extração e calibração dos inóculos de nematoides

A população de nematoides foi obtida através de raízes de milho cv. Al bandeirante artificialmente infectadas, cultivadas em solo esterilizado em casa de vegetação para multiplicação dos mesmos. Para as inoculações, realizou-se a extração dos espécimes de nematoide do sistema radicular, conforme Hussey e Barker (1973), adaptada por Bonetti e Ferraz (1981). Para os testes em casa de vegetação calibrou-se as suspensões para 2000 e 1800 espécimes de *P. zeae* vaso⁻¹, no primeiro e no segundo experimento, respectivamente.

Já para os testes em condições *in vitro*, adicionalmente ao descrito acima, as amostras obtidas a partir do sistema radicular, conforme Hussey e Barker (1973), adaptada por Bonetti e Ferraz (1981), foram submetidas à metodologia de funil de Baermann (1917), acondicionados em estufa BOD a 26 °C, por 48 horas. Decorrido esse período, recolheu-se os nematoides vivos. A suspensão obtida foi quantificada em câmara de Peters, sob microscópio ótico e calibrada para 50 nematoides vivos mL⁻¹.

Condições in vitro: Teste de mortalidade

O experimento foi arranjado em esquema fatorial 8x2, sendo oito concentrações dos OEs extraídos das folhas, e dos frutos de *S. terebinthifolius*, totalizando 16 tratamentos. Para cada OE foram utilizadas oito concentrações (0,00, 7,80, 15,00, 31,00, 62,00, 125,00, 250,00 e 500,00 µg mL⁻¹), diluídas em água deionizada, utilizando Tween 80 a 2% como emulsionante. Cada unidade experimental foi composta por tubos de ensaio 10x75mm, com capacidade para

5 mL. Adicionou-se em cada uma delas 1 mL de suspensão de nematoides contendo 50 indivíduos vivos, e 1 mL das respectivas concentrações do óleo, totalizando 2 mL por tubo. Em seguida, foram acondicionados em incubadora BOD à temperatura de 26°C, e após 48 horas, efetuou-se a contagem de nematoides mortos, com auxílio de câmara de Peters, sob microscópio óptico. Os resultados foram expressos em porcentagem de mortalidade. O experimento foi instalado em delineamento casualizado, em seis repetições, contendo 48 unidades experimentais. Para o ajuste da normalidade, os resultados foram transformados por $\sqrt{x+1}$ e submetidos à análise de variância a 5% de significância. Quando significativo para concentrações ou para OE, aplicou-se, respectivamente, regressão ou *Tukey* a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008). Já quando a interação demonstrou significância efetuou-se o desdobramento dos fatores.

Condições em casa de vegetação

O experimento foi instalado em arranjo fatorial 5x2, sendo cinco concentrações dos OEs extraídos das folhas e dos frutos de *S. terebinthifolius*. Inicialmente, o solo utilizado como substrato foi autoclavado a 121 °C, por duas horas e distribuídos em vasos com capacidade para 1,5 kg. A caracterização química e granulométrica do mesmo encontra-se na Tabela 1. Após o enchimento dos vasos, procedeu-se a instalação do experimento com a inoculação dos nematoides nos sulcos de semeadura, e a semeadura de sementes de milho cv. Al bandeirante tratada com os óleos essenciais nas respectivas concentrações.

Tabela 1: Características química e granulométrica do solo. Valores do pH do solo em CaCl₂ (pH), fósforo (P), zinco (Zn), matéria orgânica (M.O), potássio (K⁺), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V)

pH	P	Zn	M.O.	K	CTC	V	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	--- mg dm ⁻³ ---		g dm ⁻³	--- cmolc dm ⁻³ ---		----- % -----			
4,76	7,66	5,63	2,86	0,30	13,87	51,77	22,20	18,90	58,90

Para o tratamento das sementes, preparou-se cinco diluições, sendo as concentrações 0,00, 7,8, 15,0, 31,0 e 62,0 µg mL⁻¹, utilizando Tween 80 como emulsionante a 2%. As sementes foram mergulhadas, individualmente, com pinças nas soluções por aproximadamente dois minutos e retiradas rapidamente para deposição no sulco de semeadura. Em cada orifício adicionou-se a suspensão de nematoides e na sequência duas sementes de milho tratadas, desbastando-as após a emergência, mantendo uma planta vaso⁻¹. Assim, as unidades experimentais foram constituídas por vasos (1,5 kg) contendo uma planta.

As plantas foram fertilizadas conforme análise química (Tabela 1), e irrigadas diariamente por aspersão. Durante a condução do experimento foram constatadas temperaturas máxima e mínima de 28,7 e 19 °C, respectivamente, gerando uma média de 23 °C, cujos dados foram fornecidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

Decorridos 45 dias da instalação do experimento, avaliou-se os parâmetros vegetativos e nematológicos das plantas. Quanto aos primeiros, aferiu-se índice de clorofila, altura de planta (m), massa fresca e seca da parte aérea (g) e massa fresca da raiz (g). A medição do índice de clorofila foi

realizada no limbo foliar do milho, utilizando-se um clorofilômetro da marca ClorofiLOG® modelo CFL 1030.

Quanto aos últimos, aferiu-se número de nematoides no sistema radicular, por grama de raiz no solo (100cm⁻³), e população total (somatório de nematoides no sistema radicular e no solo). Para tanto, os nematoides foram extraídos das raízes conforme metodologia de Hussey e Barker (1973) adaptada por Bonetti e Ferraz (1981), e do solo, conforme Jenkins (1964). As amostras foram quantificadas com auxílio de câmara de Peters, sob microscópio óptico.

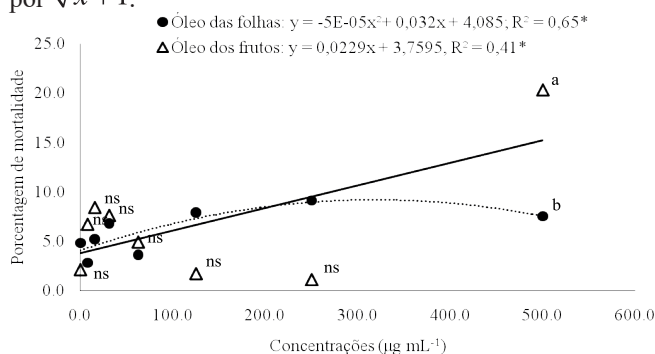
Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, contendo 40 unidades experimentais. Para o ajuste da normalidade, os resultados foram transformados por $\sqrt{x+1}$ e submetidos à análise de variância a 5% de significância. Quando significativo para o fator OEs aplicou-se teste *Tukey* para comparação de médias e, para concentração, regressão, ambos a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2008). Quando a interação foi significativa efetuou-se o desdobramento dos fatores, aplicando os mesmos testes estatísticos.

Resultados

Condições *in vitro*: Teste de mortalidade

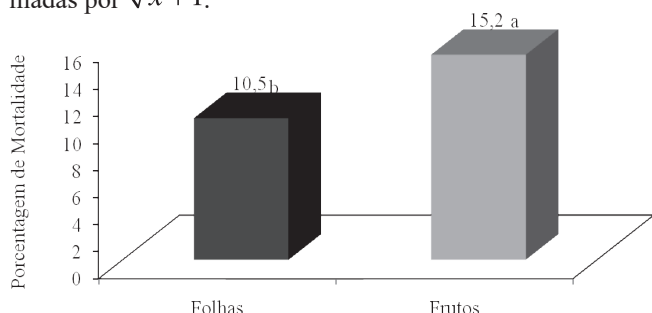
Conforme análise estatística da porcentagem de mortalidade de *P. zae* (experimento 1), as fontes de variação OEs, concentrações e sua interação demonstraram significância. Analisando-se o desdobramento dos OEs em cada concentração, o resultado foi significativo somente para 500,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$, na qual o OE dos frutos promoveu maior mortalidade dos juvenis. Já quando se analisou o efeito das concentrações, observou-se para o OEs das folhas um ajuste quadrático, e para os frutos um ajuste linear (Figura 1). É importante destacar, com base no cálculo de ponto máximo, que para o óleo das folhas a concentração que proporcionaria maior porcentagem de mortalidade (9,2 %) seria de 320 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Figura 1: Porcentagem de mortalidade de *Pratylenchus zae* submetido a diferentes concentrações de óleos essenciais de pimenta rosa, extraídos das folhas e dos frutos sob condições *in vitro* (Experimento 1). Letras iguais entre as linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Coeficiente de variação: 20,1%. Médias transformadas por $\sqrt{x+1}$.



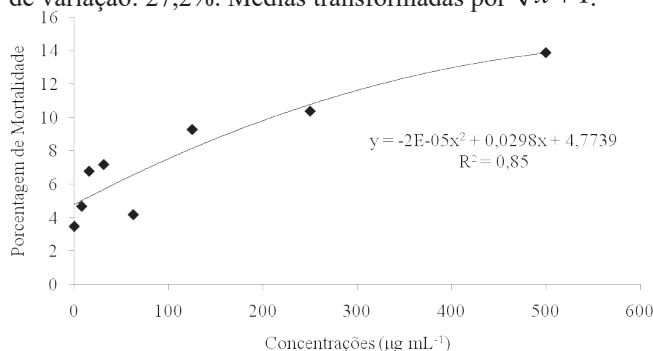
Para o experimento 2, no qual também se avaliou a porcentagem de mortalidade de *P. zae*, as fontes de variação OEs e concentrações apresentaram resultados significativos, nos quais o OE dos frutos apresentou maior porcentagem de mortalidade (15,2%), quando comparado ao OE da folha (10,5%), como ilustrado na Figura 2. Notadamente, quando se analisou o efeito das concentrações, observou-se um ajuste quadrático (Figura 3).

Figura 2: Porcentagem de mortalidade de *Pratylenchus zae* submetido às aplicações de óleos essenciais de pimenta rosa, extraídos das folhas e dos frutos. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Coeficiente de variação: 27,2%. Médias transformadas por $\sqrt{x+1}$.



Na figura 3, é possível observar uma parábola, na qual a porcentagem de mortalidade de *P. zae* aumenta à medida em que as concentrações também se elevam, atingindo um ponto máximo nas coordenadas 415 $\mu\text{g mL}^{-1}$ e 24,7%, decrescendo posteriormente.

Figura 3: Porcentagem de mortalidade de *Pratylenchus zae* submetido às diferentes concentrações dos óleos essenciais de pimenta rosa extraídos das folhas e dos frutos. Coeficiente de variação: 27,2%. Médias transformadas por $\sqrt{x+1}$.



Condições em casa de vegetação

De acordo com os resultados obtidos para o experimento 1, houve diferenças significativas para a interação da variável nematoides no solo. Conforme desdobramento da interação, os OEs se divergiram em todas as concentrações testadas, exceto 7,80 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Avaliando-se as concentrações em cada OE, verificou-se ausência de significância (Tabela 2). Para o experimento 2 não foi observado diferenças significativas para a variável.

Tabelas 2: Médias de nematoide no solo (NS) submetido a diferentes concentrações de óleos essenciais de pimenta rosa extraídos das folhas e dos frutos, aplicados no milho em condições de casa de vegetação (Experimento 1)

Concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Óleos essenciais de pimenta rosa	
	Folhas	Frutos
0,0	25,2a	40,0b
7,8	0,0a	0,0a
15,6	116,5b	5,0a
31,2	29,0b	20,0a
62,5	0,0a	29,2b
Coeficiente de Variação (%)	53,7%	

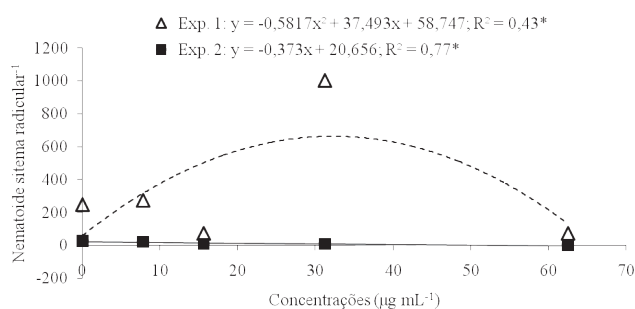
Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias transformadas por $\sqrt{x+1}$.

Para as variáveis nematoides sistema radicular¹ constatou-se significância apenas para concentrações, em ambos os experimentos. No experimento 1 os resultados seguiram um ajuste quadrático, apresentando um aumento progressivo até atingir um pico, decrescendo posteriormente. Já no experimento 2 houve ajustes lineares (Figura 4).

Vale observar que nos experimentos 1 e 2, com base no cálculo de ponto máximo, as médias de nematoide siste-

ma radicular¹ demonstraram reduções a partir das concentrações de 32,2 µg mL⁻¹, cujos números de indivíduos foram 662,9% (Figura 4). Todavia, não houve diferença estatística para a variável população total e nematoide g raiz⁻¹.

Figura 4: Médias de nematoide sistema radicular¹ de raízes de milho oriundas de sementes tratadas com diferentes concentrações de óleos essenciais de pimenta rosa. Coeficiente de variação: Exp. 1 (84,76%) e Exp. 2 (67,97%). Médias transformadas por $\sqrt{x+1}$.



Diante dos resultados apresentados, de uma forma geral, houve ação dos OEs de pimenta rosa no controle de *P. zeae*, tanto em condições laboratoriais, como em casa de vegetação, indicando que o assunto é promissor para vasta pesquisa, uma vez que há poucos trabalhos na literatura que utilizam OEs no controle de nematoides fitoparasitas. Ademais, trabalhos que elucidem os mecanismos de ação envolvidos no controle. Embora os resultados tenham sido significativos, há de se ter cautela na recomendação, pois requer mais estudos sobre o assunto. Portanto, vislumbra-se então um novo horizonte para o controle alternativo de fitonematoide.

Discussão

Na literatura há poucos trabalhos com óleo essencial de pimenta rosa no controle de fitonematoide, o que dificulta a discussão do presente. Contudo, foram percorridos alguns com outras metodologias que tenham alguma proximidade ao estudado. Slomp et al. (2009) estudaram em condições *in vitro*, o efeito de extratos etanólico de diferentes espécies vegetais sobre a taxa de mortalidade dos nematoides *P. zeae* e *P. jaehni* Inserra, Duncan, Santos, Kaplan, Vovlas, 2001.

Os autores avaliaram o extrato das folhas das espécies *Tithonia diversifolia* Hemsl, *Eclipta alba* L., *Mikania glomerata* Spreng. *Casearia sylvestris* SW, *Zeyheria montana* Mart. *Lippia alba* Mill, *Croton antisiphiliticus* Mart. e *Serjania erecta* Radlk. Além do extrato da casca do caule de *Tabernemontanas catharinensis* DC. e da raiz de *Mandevilla velutina* K. Schum. Foram utilizadas as concentrações de 1000, 500, 250, 125 e 62,5 ppm do extrato, e uma solução de 700 ppm de Carbofurano (Furandán®) e água esterilizada, como controles. Os extratos das plantas de *T. diversifolia*, *Z. montana*, *Eucalyptus alba*, *T. catharinensis*, *C. sylvestris* mostraram efeito nematicida significativo contra *P. zeae* mesmo em doses mais baixas (62,5 ppm), contudo, em todas as plantas estudadas foi observado compostos nematicidas como flavonóis, taninos, alcaloides e cumarins.

Carvalho et al. (2017), estudaram a atividade antimicrobiana do OE de pimenta rosa extraído dos frutos por hidrodestilação e, constataram essa ação para a bactéria pa-

togênica *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538). Além disso, avaliaram também a composição química por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM), e identificaram os constituintes majoritários delta-3-careno (40,5%), silvestreno (17,63%), seguido de beta-felandreno (14,2%) e alfa-Pineno (11,9%).

Borges (2017) estudou o efeito dos OEs de *Ageratum fastigiatum* (Gardn.) R.M. King H. Rob. popularmente conhecido como mata-pasto, *Callistemon viminalis* G. Don ex Loud. (escova-de-garrafa), e *S. terebinthifolius* na eclosão e na mortalidade de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* (Treub) Chitwood, em condições laboratoriais, bem como população inicial e final de nematoides, quando avaliado a campo. Para o experimento, extraiu-se OEs das folhas frescas de mata-pasto, e escova-de-garrafa e dos frutos verdes e maduros, pela técnica de hidrodestilação. A composição química dos OEs foi analisada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa, cujo composto sabineno foi constatado em maior concentração nos óleos de frutos verdes e maduros de pimenta rosa, 35,6 e 38,7%, respectivamente. Os resultados dos testes nematológicos demonstraram redução entre 82 e 86% a eclosão, e aumentou em cerca de 300% a mortalidade de juvenis de *M. javanica* em comparação a testemunha, sendo observado pela alta concentração de fenóis nas plantas estudadas, assim como, a presença de flavonoides, porém, sem efeito a campo.

Santos et al. (2010), avaliaram o efeito dos OEs de *S. molle* L. e *S. terebinthifolius* no controle dos fungos *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Colletotrichum* spp. e *Fusarium* spp. Os OEs foram obtidos por hidrodestilação e aplicados em diluições de 25, 50, 75, e 100% em Tween 80 e testemunha somente com BDA, sobre os fungos. Os resultados mostraram que diluições inferiores a 50% de óleo essencial de *S. terebinthifolius*, não inibiram o crescimento de *Fusarium* spp. Para os fungos *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Colletotrichum* spp., a diluição de 25% inibiu o diâmetro do halo, quando comparados ao controle.

Kallel et al. (2009) avaliaram a atividade nematotóxica de *Haplophyllum tuberculatum* (Forssk.) Juss. sobre *M. javanica*. Para o experimento preparou-se extratos aquosos de folhas, caules e raízes, os quais foram aplicados nos nematoides, sendo avaliada sua mortalidade. A eclosão de ovos aumentou entre as concentrações 1 e 5%, mas não houve diferença significativa para 5 e 10%, constatando efeito nematostático em *M. javanica*.

Condições em casa de vegetação

El-Nagdi et al. (2015) estudaram a eficácia de extratos aquosos de dentes de alho (*Allium sativum* L.) sobre *Meioidogyne incognita* em plantas de berinjela (*Solanum melongena* L.). Os autores testaram as concentrações 2,5, 1,25 e 0,625% e, os resultados demonstraram atividade inibitória de nematoides, além de reduzir o número de galhas, massa de ovos e juvenis em raízes e no solo. Em destaque, a menor concentração promoveu as maiores reduções.

Mattei et al. (2014) estudaram o OEs de *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim) no controle de *M. javanica* e *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929), Filipjev e S. Stekhoven, 1941 na cultura da soja, nas concentrações de 0, 1, 2 e 3% e constataram resultados significativos apenas para os parâmetros vegetativos.

Onifade (2007) avaliou o efeito dos OEs de cinco espécies de *Ocimum* no controle de *P. brachyurus* em tomate. Os OEs foram extraídos por hidrodestilação das espécies *O. gratissimum* L., *O. basilicum* L., *O. forskolei* Benth. *O. canum* Sims, e *O. tenuiflorum* (L.) Merr, para os quais testou-se diferentes concentrações. Os resultados demonstraram que 25-100 µg mL⁻¹ dos OEs de *O. gratissimum* e *O. basilicum* inibiram a eclosão dos ovos. OEs de *O. forskolei* exibiu uma menor toxicidade, inativando a maioria dos nematoides a 100 µg mL⁻¹. Os OEs de *O. canum* e *O. tenuiflorum* não promoveram efeito sobre o nematoide em nenhuma das concentrações.

Conclusão

O OE das folhas e frutos da pimenta rosa promoveram redução populacional de *P. zae*, tanto em condições *in vitro* como em casa de vegetação, na cultura do milho. Especificamente, o OE extraído dos frutos demonstrou maior eficiência no controle de nematoides em condições *in vitro*, quando comparado ao das folhas. Sendo assim, os OEs demonstraram potencial para o controle do fitonematoide, porém, há a necessidade de estudos mais aprofundados para a aplicabilidade dos mesmos.

Referências

- ABADE, C. L. P. et al. Variação espacial de fitonematoídes em área de cultivo de feijoeiro após erradicação de goiabeiras. **Nematopica**, v. 46, p. 172-187, 2016.
- ALVES, B. M. et al. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e da qualidade nutricional. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 884-891, 2015.
- ANDRÉS, M. F. et al. Nematicidal activity of essential oils: a review. **Phytochemical Review**, v. 11, n. 4, p. 371-390, 2012.
- ARAÚJO, F. F.; SILVA, J. F. V.; FERREIRA, A. S. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p.197-203, 2002.
- ARIM, O. J. et al. Response of cover crops and commercial maize (*Zea mays* L.) varieties cultivated in Central highlands of Kenya to *Pratylenchus* spp. (lesion nematodes). In: PROCEEDING OF THE FIFTH REGIONAL FORUM FOR AGRICULTURAL RESOURCE HUSBANDRY, 2002, Uganda. **Anais...** Uganda: Entebbe, 2002.1 p.
- BAERMANN, G. Eine einfache methode zur auffindung von ankvlostomum (nematoden) Larven in Erdproben. Tijdschr. **Ned.-Indie**, v. 57, p. 131-137, 1917.
- BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils-a review. **Food Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- BARKER, K. R. How we learned to find and fight corn nematodes in the South. In: MIDWEST CORN NEMATODES CONFERENCE, 1978, Springfield. **Anais...** Springfield: FMC Corporation, 1978. 3 p.
- BONETTI, J. I.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey& Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, p. 553, 1981.
- BORGES, D. F. **Efeito nematicida de extratos de plantas do cerrado e óleos essenciais**: potencial nematicida de óleos essenciais de *Ageratum fastigiatum*, *Callistemon viminalis* e *Schinus terebinthifolius*. 2017. 46 f. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2017.
- BRITO, C. R. et al. Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composta citronela sobre microflora e desenvolvimento de plantas de milho. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 184-192, 2012.
- CARVALHO, J. A. M. et al. Composição química e avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de Pimenta Rosa (*Schinus terebinthifolius*). **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 4, n. 1, p. 59-63, 2017.
- CASTRO NETO, E. R.; TOSCANO, L. C. Diagnose e manejo de hortas infectadas por nematoides em Cassilândia-MS. In: SEMEX, 9., 2011, Cassilândia. **Anais...** Cassilândia: SEMEX, 6 p.
- CONAB. **Boletim de acompanhamento de safras**: grãos, safra 2016-2017. Brasília, n.11, 2017, 164 p.
- EL-NAGDI, W. M. A.; YOUSSEF, M. M. A.; DAWOOD, M. G. Efficacy of garlic clove and oil aqueous extracts against *Meloidogyne incognita* infecting egg plant. **Pakistan Journal of Nematology**, v. 32, n. 2, p. 223-228, 2015.
- FARMACOPÉIA brasileira. 5. ed. Parte 1. Brasília, 2010. 392 p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- FOSU-NYARKO, J. et al. De novo analysis of the transcriptome of *Pratylenchus zae* to identify transcripts for proteins required for structural integrity, sensation, locomotion and parasitism. **Molecular Plant Pathology**, v. 17, n. 4, p. 532-552, 2016.

- GARCIA, R. A. et al. Atividade antifúngica de óleos e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 48-57, 2012.
- GERVÁSIO, E. W. **MILHO, análise da conjuntura**. Curitiba, 2017. Conjuntura Milho, SEAB, 7 p.
- GOERGE, P. C. H. **Extratos de *Schinus terebinthifolius* no controle de *Sitophilus* spp. em grãos de trigo armazenado**. 2016. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônoma) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2016.
- HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, n. 2, p. 1025-1028, 1973.
- JENKINS, W. R. A. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, p. 692, 1964.
- JOHANN, S. et al. Antifungal properties of plants used in Brazilian traditional medicine against clinically relevant fungal pathogens. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n. 4, p. 632-637, 2007.
- KALLEL, S.; OUADDAY, M. Z. B.; GHRABI, Z. Évaluation de l'activité nématotoxique d'haplophyllum tuberculatum sur *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Mediterranea**, v. 37, p. 45-52, 2009.
- MARTINS, E. S. C. S. et al. Atividade antibacteriana de óleos essenciais de citronela, alecrim e erva-cidreira no controle in vitro da bactéria *Ralstonia solanacearum* em tomateiro. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 3, p. 29-34, 2009.
- MATTEI, D. et al. Essential oil of *Rosmarinus officinalis* in the control of *Meloidogyne javanica* and *Pratylenchus brachyurus* in soybean. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 2, p. 469-476, 2014.
- MCDONALD, A. H.; WAELE, D.; FOURIE, H. Nematode pests of maize and other cereal crops. In: NEMATOTOLOGY IN SOUTH AFRICA: A VIEW FROM THE 21ST CENTURY, 2017. Potchefstroom. **Anais...** Potchefstroom: Springer Link, 16 p.
- ONIFADE, A. K. Effect of essential oils from five *Ocimum* sp. on the pathogenicity of *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) in tomato. **Agricultural Journal**, v. 2, p. 185-191, 2007.
- RIOS, A. D. F. **Reação de genótipos de soja, milho e arroz de terras altas a *Pratylenchus brachyurus***. 2014. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2014.
- SANTOS, A. C. A. et al. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, n. 2, p. 154-159, 2010.
- SANTOS, M. R. A. et al. Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) Ferrari. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 15, n. 4, p. 757-762, 2013.
- SILVA, M. S. B. S. et al. Redução de fitopatógenos de sementes de arroz através do tratamento com extratos vegetais e óleo de nim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Cadernos de Agroecologia. 4 p.
- SLOMP, L. et al. In vitro nematocidal effects of medicinal plants from São Paulo, Brazil. **Pharmaceutical Biology**, v. 47, n. 3, p. 230-235, 2009.
- TARTÉ, R.; MARTINEZ, R. **Determinación de pérdidas ocasionadas por el nemátodo *Pratylenchus zeae* en los rendimientos del maíz**. Faculdade de Agronomia de La Universidad de Panamá, 1971. p. 35-44.

Recebido em: 20.11.2017

Aceito em: 23.12.2017